

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-035079

(43)Date of publication of application : 05.02.1992

(51)Int.Cl.

H01S 3/131

H01S 3/133

(21)Application number : 02-142234

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 31.05.1990

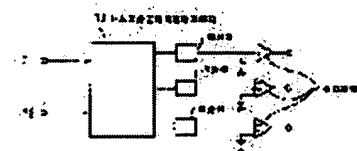
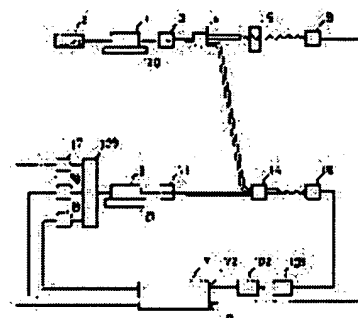
(72)Inventor : SHIMOZAKA NAOKI  
SUZUKI SHUJI

## (54) STABILIZATION OF LASER OSCILLATION FREQUENCY

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enable stabilization of laser oscillation frequency by forming an error signal out of the time difference between the rise point of each pulse of a beat pulse train and the rise point of each reference pulse based on each beat pulse and by controlling the oscillation frequency of a laser system so as to make this error signal attain a constant value.

**CONSTITUTION:** The number of pulses which constitute each beat pulse group is calculated from the repetition frequency of signal pattern sweep range and cycle of frequency sweep light and the cutoff frequency of a low-pass filter 101. The output of the low-pass filter 101 is inputted to a smoothing circuit 102 to output the envelope of each beat pulse group, which is used as the beat pulse in control. The beat pulse outputted from the smoothing circuit 102 is impressed on the second input terminal 72 of a controller 7. The controller 7 forms an error signal of pulse generation time differences 24, 25, and 26 of the input to the first input terminal 71 of the controller 7 and the input to the second input terminal 72 of the controller 7, thereby outputting such a control signal that those differences become zero. This process stabilizes the frequency of each light to be switched to the resonance frequency of an optical resonator.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

=> S JP04035079/PN

L5 1 JP04035079/PN

=> D ALL

L5 ANSWER 1 OF 1 JAPIO COPYRIGHT 2000 JPO

AN 1992-035079 JAPIO

TI STABILIZATION OF LASER OSCILLATION FREQUENCY

IN SHIMOZAKA NAOKI; SUZUKI SHUJI

PA NEC CORP, JP (CO 000423)

PI JP 04035079 A 19920205 Heisei

AI JP1990-142234 (JP02142234 Heisei) 19900531

SO PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, Unexamined Applications, Section: E, Sect. No.

1203, Vol. 16, No. 21, P. 103 (19920519)

IC ICM (5) H01S003-131

ICS (5) H01S003-133

AB PURPOSE: To enable stabilization of laser oscillation frequency by forming an error signal out of the time difference between the rise point of each pulse of a beat pulse train and the rise point of each reference pulse based on each beat pulse and by controlling the oscillation frequency of a laser system so as to make this error signal attain a constant value. CONSTITUTION: The number of pulses which constitute each beat pulse group is calculated from the repetition frequency of signal pattern sweep range and cycle of frequency sweep light and the cutoff frequency of a low-pass filter 101. The output of the low-pass filter 101 is inputted to a smoothing circuit 102 to output the envelope of each beat pulse group, which is used as the beat pulse in control. The beat pulse outputted from the smoothing circuit 102 is impressed on the second input terminal 72 of a controller 7. The controller 7 forms an error signal of pulse generation time differences 24, 25, and 26 of the input to the first input terminal 71 of the controller 7 and the input to the second input terminal 72 of the controller 7, thereby outputting such a control signal that those differences become zero. This process stabilizes the frequency of each light to be switched to the resonance frequency of an optical resonator.

## ⑫ 公開特許公報(A) 平4-35079

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>H 01 S 3/131  
3/133

識別記号

庁内整理番号

7630-4M  
6940-4M

⑬ 公開 平成4年(1992)2月5日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 レーザ発振周波数安定化方法

⑮ 特 願 平2-142234

⑯ 出 願 平2(1990)5月31日

⑰ 発 明 者 下 坂 直 樹 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内  
⑰ 発 明 者 鈴 木 修 司 東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内  
⑱ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号  
⑲ 代 理 人 弁理士 本庄 伸介

COPY

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

レーザ発振周波数安定化方法

## 2. 特許請求の範囲

外部から印加する信号により発振周波数を掃引し、かつ、その掃引範囲に発振周波数を制御する対象たる高周波に発振周波数がスイッチングされたレーザ装置のすべての発振周波数を含む周波数掃引光と、前記レーザ装置からの出射光とを合波することにより得られるビート光を電気信号に変換した後、その電気信号の低周波域成分のみを通過させて、前記複数のレーザ装置の各発振周波数に対応した電気パルス列であるビートパルス列を生成し、

前記周波数掃引光の一部を分岐して所定の周波数間隔に一致した周期的共振周波数を有する光学共振器を通すことによって生じる前記周波数掃引光の通過光強度のパルス状変化を電気信号に変換

して基準パルス列を生成し、

前記ビートパルス列の各パルスの生起時刻と、前記基準パルス列の中において前記各ビートパルスが基準とすべき前記各基準パルスの生起時刻との間の時間差を誤差信号として得、この誤差信号がほぼ定められた一定の値となるように前記レーザ装置の発振周波数を制御することを特徴とするレーザ発振周波数安定化方法。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、光通信で用いられる高周波長スイッチング光源の発振周波数安定化方法に関する。

(従来の技術)

従来は単一のレーザ装置の発振周波数を安定化する方法としては、発振周波数の設定周波数からのずれを常時監視し、そのずれをレーザ装置に帰還するという方法が行われてきた(例えば鳥羽らによる、1985(昭和60)年刊行の昭和60年電子通信学会総合全国大会予稿集10-

360ページ所載の論文に詳しい)。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、この方法は、レーザ装置の発振周波数を高速で頻繁に切り換えるといった形態で用いられるレーザ装置の安定化に適用できない。このような形態の使用は、例えば光交換の一方式である波長分割/時分割複合光交換方式(鈴木らによる1987(昭和62)年刊行の電子情報通信学会技術報告、交換研究会SE87-146所載の論文に詳しい)では避けられない。波長分割/時分割複合光交換方式では高速・大容量交換が可能であり、将来光交換が実用化される際に採用が有力な光交換方式の候補と目されている。この交換方式ではレーザ装置の発振周波数をタイムスロットごとに高速に切り換える必要がある。

ところが、従来の波長分割/時分割複合交換方式では、各スイッチング光周波が時間と共にドリフトしてしまう。このようにスイッチング光周波数が時間と共にドリフトすること、即ち周波数が不安定であることがその交換方式を実用化する上

- 3 -

して基準パルス列を生成し、

前記ビートパルス列の各パルスの生起時刻と、前記基準パルス列の中において前記各ビートパルスが基準とすべき前記各基準パルスの生起時刻との間の時間差を誤差信号として得、この誤差信号がほぼ定められた一定の値となるように前記レーザ装置の発振周波数を制御することの特徴とする。  
(作用)

本発明においては、制御対象レーザ装置に印加する光周波数スイッチング用の信号パターンの繰り返し周期に対し、周波数掃引光の掃引周期を十分に長くしている。こうすることにより、周波数掃引光の周波数が信号パターンに比べ十分にゆっくりとある光周波数の近傍を通過するとみなせる。このとき信号パターンに、周波数掃引光の光周波数に対応するデータが含まれていると、信号パターンを構成する各タイムスロットに等しい幅を持つビートパルスがある時間範囲に亘って続して発生する(第2図参照)。この連続したビートパルス群を低域フィルタに通し、平滑することにより

- 5 -

その障害となっている。そこで、本発明の目的は、高速にスイッチングする際にもレーザ発振周波数を安定化させ得る方法の提供にある。

(課題を解決するための手段)

上記の課題を解決するために本発明が提供するレーザ発振周波数安定化方法は、

外部から印加する信号により発振周波数を掃引し、かつ、その掃引範囲に発振周波数を制御する対象たる高速に発振周波数がスイッチングされたレーザ装置のすべての発振周波数を含む周波数掃引光と、前記レーザ装置からの出射光とを合波することにより得られるビート光を電気信号に変換した後、その電気信号の低周波域成分のみを通過させて、前記複数のレーザ装置の各発振周波数に対応した電気パルス列であるビートパルス列を生成し、

前記周波数掃引光の一部を分岐して所定の周波数間隔に一致した周期的共振周波数を有する光学共振器を通すことによって生じる前記周波数掃引光の通過光強度のパルス状変化を電気信号に変換

- 4 -

ある光周波数ごとに1つのビートパルスに変換される。同じ周波数掃引光を光学共振器に通して得られる基準パルス列と上記のビートパルス列とを比較し、その発生時刻差が零となるように、信号パターンを構成する各データのレベルを制御することにより、スイッチングされる各光周波数は光学共振器の共振周波数に安定化される。

(実施例)

以下に実施例を挙げ本発明を更に詳しく説明する。第1図は本発明の一実施例の方法を適用するレーザ発振回路の構成図である。

1.55 $\mu$ m帯位相制御領域付分布反射形レーザ(以下DBR)1は、鋸歯状波発生器2により印加される繰り返し周波数500Hzの信号(第4図に符号27、28で例示する信号)光周波数が時間に対し鋸歯状に変化するレーザ光を出射する。DBR1から出射された光は光アイソレータ3を透過した後、光分岐器4により第1及び第2の出力光にパワー比1:1に分けられる。このうち、第1の出力光は、屈折率1.5、厚さ1cm(この素

- 6 -

件下では共振周波数間隔は10GHz)でフィネス30になるよう両面の反射率を設定した石英ガラス製エタロン板5を透過した後に第1の光検出器6に入射される。第1の光検出器6には、鋸歯状波発生器2からの出力信号の一周期中、DBR1の周波数がエタロン板5の共振周波数に一致した時点でパルス状の光が入力されるが、この1周期のパルスの数が、3つになるよう、1周期の周波数掃引幅を25GHzとすべて鋸歯状波発生器2の出力のピーク電圧を調整しておく。第1の光検出器6からの電気信号は制御装置7の第1の入力端子71に印加される。

一方、発振周波数を安定化する対象である1.55 $\mu\text{m}$ 帯分布帰還形レーザ(以下DFB)8は、くり返し周波数100MHz、各タイムスロットの時間長3.3nsの信号パターン(第3図参照)により、周波数掃引光の掃引範囲内にある3つの周波数( $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ )の間で発振周波数をスイッチングされている。

DFB8からの出射光は反射戻り光除去の目的

- 7 -

平滑回路102から出力されるビートパルスは制御装置(詳細は第5図に示す)7の第2の入力端子72に印加される。第5図に示した制御装置7では、第4図(a)に示した制御装置7の第1の入力端子71への入力及び第41図(b)に示した制御装置7の第2の入力端子72への入力のパルス発生時刻差24, 25, 26を誤差信号とし、これらの大きさが零になるような制御信号を出力する。

なお、第5図中のパルス発生時刻差計測回路73(第6図に回路の一例を図示)は、入力される2つのパルス列を構成する各パルスをそれぞれ発生時刻順に並べたとき、対応する順位の2つのパルス(計3組)の発生時刻差に比例した幅を持ち、高さは一定の方形パルスを出力する。ただし上記の2つのパルスのうちの先に発生するパルスが入力される2系列のパルス列のどちらに属するかで、出力は、正または負の方形パルスになる機能を備えており、その詳細は第6図に示す。制御装置7からの第1、第2、第3の制御信号は発振

で配置された光アイソレータ11を透過した後に光合波器14により光分岐器4の第2の出力光と合波される。光合波器14の出力は第2の光検出器16により電気信号に変換された後、遮断周波数100MHzの低域通過フィルタ101に入力される。低域通過フィルタ101からは、DBR1からの出射光の周波数と、DFB8の出射光の周波数との差がほぼ $\pm 100\text{MHz}$ の範囲に入っているときに、パルス状の電気信号が出力される。低域通過フィルタ101の出力は第3図(a)中に示したように、各光周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ に対応する時刻付近に集中して発生する3つのビートパルス群から成る。各ビートパルス群を構成するパルス数は信号パターンの繰返し周波数、周波数掃引光の掃引範囲、周期及び低域通過フィルタ101の遮断周波数から算出することができ、その数は約1600個である。低域通過フィルタ101の出力をさらに平滑回路102に入力して各ビートパルス群の包絡線を出力しこれをビートパルスとして制御に用いる。

- 8 -

周波数 $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ に対応した電流を供給するレーザ装置駆動装置17, 18, 19にそれぞれ入力される。レーザ装置駆動装置17, 18, 19からは制御信号に応じた駆動電流がスイッチ103でタイムスロットごとに切り換えられて、DFB8に注入される。なお、DBR1、DFB8はそれぞれ温度制御装置20, 21により温度変動 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 以内に温度安定化されている。

本実施例ではスイッチングされる発振周波数を $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ の3つとしこれらの値を安定化しているが、DBR1の発振周波数掃引範囲を拡げることによりスイッチングされる発振周波数の数を増大できる。また、周波数間隔も10GHzに限定されず、光学共振器の共振周波数間隔を変更することにより任意に設定できる。制御対象であるレーザ装置も半導体レーザに限定されず、外部から発振周波数を制御できるレーザ装置なら本発明が適用できる。

(発明の効果)

以上に述べてきたように、本発明の方法により

高速にスイッチングされているレーザ装置の発振周波数の各々を安定化することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例の方法を適用するレーザ発振回路の構成図である。第2図は周波数掃引光の周波数変化とビートパルス発生の関係を表す図であり、第2図(a)は周波数掃引光の周波数変化、第2図(b)は生成するビートパルス群、第2図(c)は対応する信号パターンをそれぞれ示す。第3図(a)は実施例で用いるDBR1の周波数変化と生成するビートパルス群の関係を示す模式図、第3図(b)は実施例で用いる信号パターンを示す図である。第4図(a)は第1図中の制御装置7に入力される第1の光検出器6からの電気信号を示す図、第4図(b)は第1図中の制御装置7に入力される第2の光検出器16からの電気信号を表す図である。

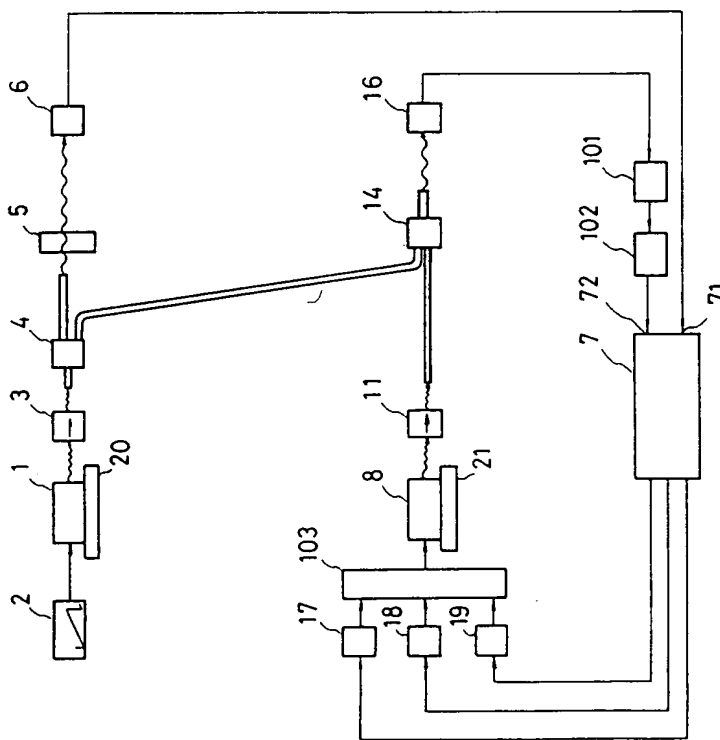
また、第5図は第1図中の制御装置7の構成図、第6図は第5図中のパルス発生時刻差計測回路の

回路図である。

1…DBR、2…鋸歯状波発生器、3, 11…光アイソレータ、4…光分岐器、5…エタロン板、6, 16…光検出器、7…制御装置、8…DFB、17, 18, 19…レーザ装置駆動装置、20, 21…温度制御装置、71, 72…制御装置7の入力端子、101…低域通過フィルタ、102…平滑回路、103…スイッチ、24, 25, 26…誤差信号、27, 28…鋸歯状波発生器2からの出力波形。

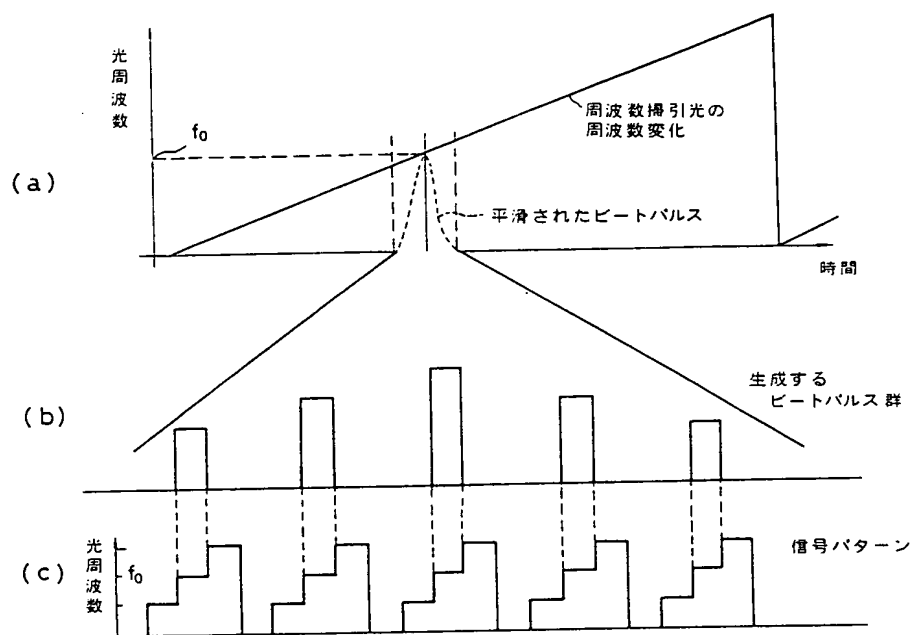
代理人 弁理士 本 庄 伸 介

第1図

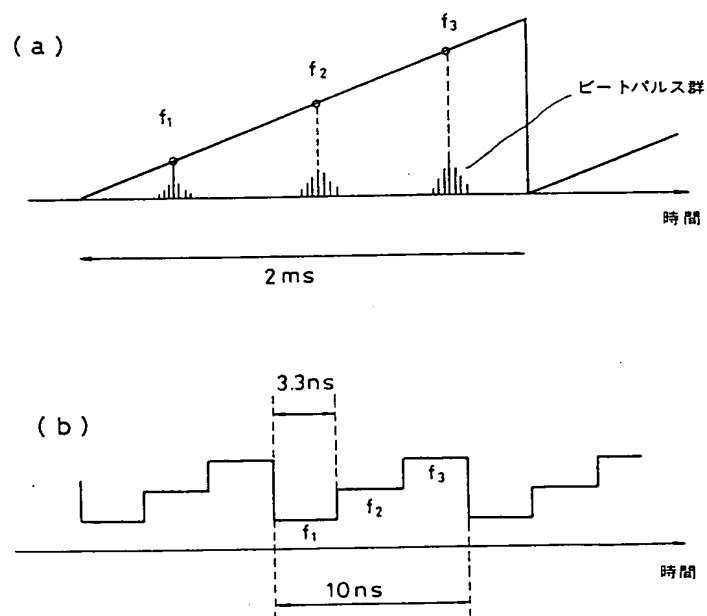


- |       |         |            |            |
|-------|---------|------------|------------|
| 1     | DBR     | 17, 18, 19 | レーザ装置駆動装置  |
| 2     | 鋸歯状波発生器 | 20, 21     | 温度制御装置     |
| 3, 11 | 光アイソレータ | 71, 72     | 制御装置7の入力端子 |
| 4     | 光分岐器    | 101        | 低域通過フィルタ   |
| 5     | エタロン板   | 102        | 平滑回路       |
| 6, 16 | 光検出器    | 103        | スイッチ       |
| 7     | 制御装置    |            |            |
| 8     | DFB     |            |            |

第 2 図

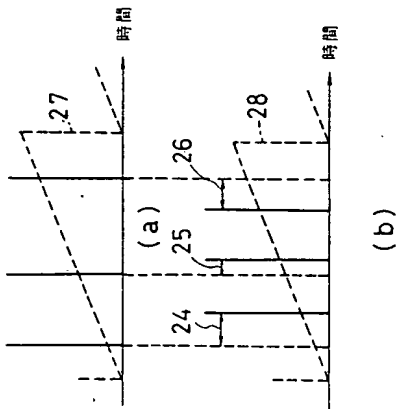


第 3 図



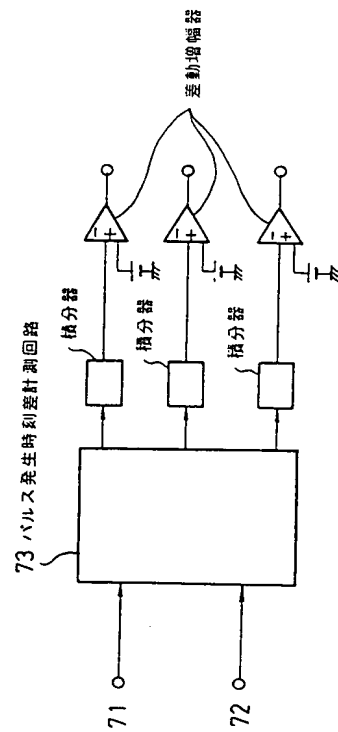


第 4 図



24, 25, 26... 誤差信号 27, 28... 振動状態発生器 2 からの出力波形

第 5 図



71, 72... 入力端子

第 6 図

